



(19)

(11) Publication number: 2000349447 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11159183

(51) Int'l. Cl.: H05K 3/46 H05K 1/02

(22) Application date: 07.06.99

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 15.12.00

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: OZAKI TOKUICHI

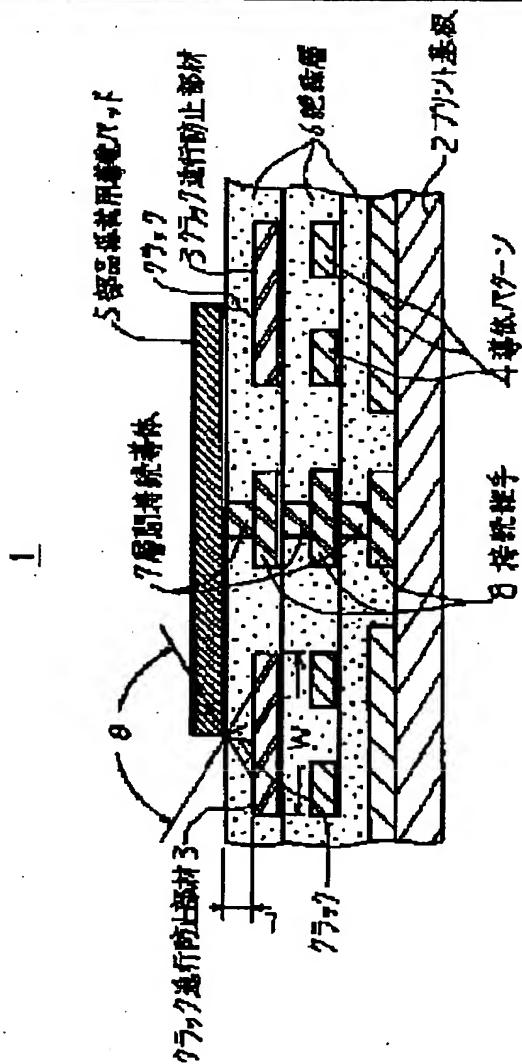
(74) Representative:

(54) MULTILAYER PRINTED WIRING BOARD AND MANUFACTURE THEREOF

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a crack at an insulating member from reaching an inner layer circuit pattern by embedding a cracking preventive member in an insulating member corresponding to an outer part of a part mounting conductive pad.

SOLUTION: Related to a multilayer printed wiring board 1, a plurality of conductor patterns 4 and insulating layers 6 are laminated on front and rear surfaces of a printed board 2 of a core member. A part mounting conductive pad 5 is provided on the front surface of the multi-layer printed wiring board 1, and the conductive pad 5 is connected to the conductor pattern 4 through an inter layer connection conductor 7. A cracking preventive member 3 is provided at the lower layer of the part mounting conductive pad 5 through the insulating layer 6 so that the outer edge part of the conductive pad 5 comes to nearly the center in the width of the crack preventive material 3. Thus, a crack at the insulating member corresponding to the outer edge part of the conductive pad 5 is prevented from reaching the inner layer circuit pattern.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-349447

(P2000-349447A)

(43)公開日 平成12年12月15日 (2000.12.15)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 5 K 3/46
 1/02

識別記号

F I
H 0 5 K 3/46
 1/02

テ-マコト^{*}(参考)
Z 5 E 3 3 8
E 5 E 3 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-159183

(22)出願日

平成11年6月7日(1999.6.7)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 尾崎 徳一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100072590

弁理士 井桁 貞一

最終頁に続く

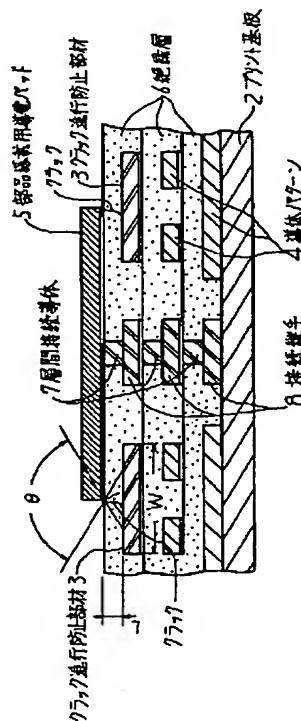
(54)【発明の名称】 多層プリント配線板と、その多層プリント配線板の製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 導電パッドは実装されるべき電子部品の端子および、I/Oピンとハンダ接続されるので、この時の熱にて導電パッドとその下の絶縁部材が加熱される。しかし、導電パッドと絶縁部材とは熱膨張率が異なるために導電パッドのエッジ部に対応した位置から絶縁部材にクラックを生じる。このクラックがマイグレーション現象を誘発して導電パッドと内層回路の間の絶縁抵抗が低下したり短絡したりする障害が起こる。

【解決手段】 多層プリント配線板1の最外層として絶縁部材6上に設けられた部品搭載用導電パッド5の少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材6中に、当該絶縁部材6に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材3を埋設して成ることを特徴とする多層プリント配線板1を提供する。

本発明の多層プリント配線板の断面図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多層プリント配線板の最外層として絶縁部材上に設けられた部品搭載用導電パッドの少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材中に、当該絶縁部材に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材を埋設して成ることを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項 2】 請求項 1 記載のクラック進行防止部材の幅 W は、前記部品搭載用導電パッドとクラック進行防止部材との間隔 L とは次式の関係を有していることを特徴とする多層プリント配線板。

$$W > L \times 2 \times \sqrt{3}$$

【請求項 3】 請求項 1 記載のクラック進行防止部材は絶縁部材中に設けられた内層回路と対応する位置にのみ設けられたことを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項 4】 請求項 1 記載のクラック進行防止部材は前記部品搭載用導電パッドと同じ材料で作られたことを特徴とする多層プリント配線板。

【請求項 5】 多層プリント配線板の製造方法において、内層回路を作る工程と、部品搭載用導電パッドの少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材中に、当該絶縁部材に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材を埋設する工程とを経て製造されることを特徴とする多層プリント配線板の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の前記クラック進行防止部材の製造工程は前記内層回路の製造工程と同じレジスト層形成、メッキ処理、レジスト層剥離であることを特徴とする多層プリント配線板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は多層プリント配線板の改良に係り、特に部品搭載用導電パッドの下部にクラック進行防止用の部材を設けた多層プリント配線板に関する。

【0002】

【従来の技術】通常の多層プリント配線板は内層回路と絶縁部材とを交互に複数枚重ね合わせ積層する製造方法や、絶縁部材と内層回路とを交互に複数層積み上げるビルトアップ製造方法等により製造されている。これら多層プリント配線板の表面には電子部品、例えば M P U 、 L S I 、抵抗、コンデンサー等が搭載される。またプリント配線板の回路特性を測定するために信号を取り出す I O ピンが搭載される。これら電子部品の端子、 I O ピンを接続する導電パッドが多層プリント配線板の表面に設けられている。そしてこの導電パッドは電子部品の端子および、 I O ピンとハンダ接続される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のように導電パッドは実装されるべき電子部品の端子および、 I O ピンとハンダ接続されるので、この時の熱にて導電パッドとその下の絶縁部材が加熱されることになる。し

かし、一般に導電パッドとそれが形成された絶縁部材とは熱膨張率が異なるために導電パッドのエッジ部に対応した位置から絶縁部材にクラックを生じることがある。特に薄いポリイミド樹脂の絶縁層の最外層にホトリソ法で微細なメタルパッドを形成したビルトアップ製法の基板では、導電パッドの外周線下に応力が集中してポリイミド樹脂にクラックを生じやすい傾向がある。絶縁部材にクラックを生じると、そのクラックを通してプロセス中の薬品や空気中の水分が浸透する。いわゆるマイグレーション現象により導電パッドと内層回路の間の絶縁抵抗が低下したりあるいは短絡したりする障害が起こり、結果としてプリント配線板の信頼性を低下することになる。

【0004】従って本発明の目的は、多層プリント配線板の最外層として設けられた導電パッドとその下の絶縁部材との熱膨張率の差異により、当該導電パッドの外縁部に対応した絶縁部材に生じるクラックが内層回路パターンに達するのを防止するにある。

【0005】また本発明の別の目的は、絶縁部材に生じたクラックを通してのマイグレーション現象を抑制して、プリント配線板の信頼度向上を図る点にある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、多層プリント配線板の最外層として絶縁部材上に設けられた部品搭載用導電パッドの少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材中に、当該絶縁部材に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材を埋設して成ることを特徴とする多層プリント配線板を提供する。従って、多層プリント配線板の最外層として設けられた導電パッドとその下の絶縁部材との熱膨張率の差異により、当該導電パッドの外縁部に対応した絶縁部材に生じるクラックが内層回路パターンに達するのを防止できる。またその他に、絶縁部材に生じたクラックを通してのマイグレーション現象を抑制して、プリント配線板の信頼度向上を図ることができる。

【0007】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載のクラック進行防止部材の幅 W は、前記部品搭載用導電パッドとクラック進行防止部材との間隔 L とは $W > L \times 2 \times \sqrt{3}$ の関係を有していることを特徴とする多層プリント配線板を提供する。従って、部品搭載用導電パッドの外縁部の下部に発生したクラックはクラック進行防止部材にて進行を防止される。

【0008】請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 記載のクラック進行防止部材が絶縁部材中に設けられた内層回路と対応する位置にのみ設けられたことを特徴とする多層プリント配線板を提供する。従って、部品搭載用導電パッドの外縁部の下部に発生したクラックは中間層に設けられた内層回路まで進行することがない。

【0009】請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 記載のクラック進行防止部材が前記部品搭載用導電パッドと同

じ材料で作られたことを特徴とする多層プリント配線板を提供する。従って、必要以上に多層プリント配線板材料の種類、製造工程を増すことがない。

【0010】請求項5に記載の発明は、多層プリント配線板の製造方法において、内層回路を作る工程と、部品搭載用導電パッドの少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材中に当該絶縁部材に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材を埋設する工程とを経て製造されることを特徴とする多層プリント配線板の製造方法を提供する。従って、導電パッドとその下の絶縁部材との熱膨張率の差異により、当該導電パッドの外縁部に対応した絶縁部材に生じるクラックが内層回路パターンに達するのを防止するクラック進行防止部材を作ることができる。

【0011】請求項6に記載の発明は、請求項5記載の前記クラック進行防止部材の製造工程が前記内層回路の製造工程と同じレジスト層形成、メッキ処理、レジスト層剥離であることを特徴とする多層プリント配線板を提供する。この結果、特別の製造工程を設けることなく一貫した流れ作業の工程で製造できる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0013】図1は本発明の実施例の多層プリント配線板の断面図である。1は多層プリント配線板、2はプリント基板、3はクラック進行防止部材、4は導体パターン、5は部品搭載用導電パッド、6は絶縁層（絶縁部材）、7は層間接続導体、8は層間接続導体相互を接続する接続継手である。

【0014】通常の多層プリント配線板1はコア部材であるプリント基板2の表裏面に導体パターン4と絶縁層6とを積層体として複数の積層体が設けられている。しかし図1は理解を容易にするために、上面だけに複数の積層体が設けられている。

【0015】多層プリント配線板1の表面に部品搭載用導電パッド5が設けられている。この部品搭載用導電パッド5に搭載される部品の端子およびIOピンをハンダ接続する。そして中間層に導体パターン4を設けている。この導体パターン4は信号、電源およびアース等である。部品搭載用導電パッド5は図示しない導体パターン4と層間接続導体7を介して導通接続される。この層間接続導体7相互を接続する接続継手9が接続面積を増やす接続補強用の役割をする。そしてクラック進行防止部材3の中心部と接続継手9および層間接続導体7の中心部とを接続している。また絶縁層6は上下層の各導体パターン4と部品搭載用導電パッド5とを絶縁している。

【0016】クラック進行防止部材3は部品搭載用導電パッド5の下層に絶縁層6を介して設けられている。そして部品搭載用導電パッド5の外縁部がクラック進行防

止部材3の幅の略中心になるように設けられている。部品搭載用導電パッド5の外縁部から発生したクラックは角度θ120度の範囲内に進行することが判明している。従って、クラック進行防止部材の幅Wは部品搭載用導電パッド5とクラック進行防止部材3との間隔Lと次式の関係を有している。

$$【0017】 W > L \times 2 \times \sqrt{3}$$

すなわち、クラック進行防止部材の幅Wは、部品搭載用導電パッド5とクラック進行防止部材3との間隔Lの2倍に、更に $\sqrt{3}$ 倍した値より大きくしている。従って、部品搭載用導電パッド5の外縁部にクラックが発生してもクラック進行防止部材3に阻止されて導体パターン4まで進行できない。

【0018】図2は部品搭載用導電パッドとクラック進行防止部材との位置関係を説明する平面図である。

【0019】部品搭載用導電パッド5は円板状で、直径d約700μmΦ、厚み約5μmである。クラック進行防止部材3は中空円板状で、外径d3約720μmΦ、内径d1約680μmΦ、幅Wは約40μm、厚み約3μmである。従ってクラック進行防止部材3の幅Wの中心に部品搭載用導電パッド5の外縁部が重畠して設けられている。

【0020】本発明の実施例の部品搭載用導電パッド5の形状は円板状で、クラック進行防止部材3は中空円板状で説明した。しかし部品搭載用導電パッド5の形状は如何様でもよく、クラック進行防止部材3と絶縁され、部品搭載用導電パッド5の外縁部がクラック進行防止部材3の領域と重畠していれば同様な効果を生じる。

【0021】次に、本発明の多層プリント配線板の製造方法を説明する。

<第1の実施例>図3と図4の工程図は本発明の多層プリント配線板の製造方法を説明する工程図である。下記の各工程で以下の処理が行われる。

【0022】図3(a)の工程は、導体パターン4と接続継手9と層間接続導体7とがコア材であるプリント基板2の表面に設けられている。この導体パターン4、接続継手9、層間接続導体7の厚みは約5μmである。この導体パターン4の上に絶縁樹脂、例えばポリイミド樹脂をスピニコート製造法にて絶縁層6を設けている。更に絶縁層6の上にスパッタ製造法で銅を蒸着して銅層11を形成する。この銅層11の厚みは約5000オングストロームである。この銅層11は次工程のメッキ工程でメッキ用電極端子として使用される。

【0023】次に、図3(b)の工程は、感光性のエッチングレジスト材が銅層11の上面に厚み約10μmに塗布されている。このエッチングレジスト材は導体パターン4および接続継手9の形状に露光し、その後現像を行い、レジスト層12を形成される。

【0024】更に、図3(c)の工程は、銅メッキ処理を施され、この銅メッキは電極端子つまり銅層11の上

面のみに導体パターンと41と接続継手9とが形成される。この導体パターン41、接続継手9の厚みは約5μmである。

【0025】次に、図3(d)の工程は、レジスト層12がエッティング液で剥離される。

【0026】更に、図3(e)の工程は、感光性のエッティングレジスト材が導体パターン41、接続継手9を設けた銅層11の上に厚み約20μmに塗布される。そしてエッティングレジスト材は層間接続導体7の形状に露光され、その後現像され、レジスト層13が形成される。

【0027】更に、図3(f)の工程は、銅メッキ処理を施され、そして銅メッキは電極端子つまり銅層11の上のみに層間接続導体71が厚み約15μmに形成される。その後にレジスト層13をエッティング液で剥離し、後に表面に現れた導体パターン41と銅層11をエッティングする。導体パターン41の下部の銅層11を除く銅層11が消滅するまでエッティング処理される。つまり銅層11の厚み約5000オングストロームは導体パターン41の厚み約5μmと比べ非常に薄いために導体パターン41がエッティングされる前に銅層11のエッティングが終了する。そして銅層11によって繋がっていた各導体パターン41は分離される。

【0028】次に、図3(g)の工程は、絶縁層61が形成されている。この絶縁層61は層間接続導体71と導体パターン41が充分にポリイミド樹脂で被覆される厚み約20μmにスピンドルコート製造法およびポリイミド樹脂シート貼付け等で作られる。そして加熱キュアする。

【0029】更に、図4(h)の工程は、銅層111が絶縁層61の上にスパッタ製造方法で形成されている。そして前記と同様に、この銅層111の厚みは約5000オングストロームである。この銅層111は次工程のメッキ工程でメッキ用電極端子として使用される。

【0030】次に、図4(i)の工程は、感光性のエッティングレジスト材が銅層111の上面に塗布されている。このエッティングレジスト材はクラック進行防止部材3の形状に露光され、その後現像されて、レジスト層14を形成される。従ってレジスト層14に形成されたクラック進行防止部材3の形状は層間接続導体71の中心を芯にした中空円板状で、外径d3約720μmΦ、内径d1約680μmΦである。

【0031】更に、図4(j)の工程は、銅メッキ処理を施され、そして銅メッキは電極端子つまり銅層111の上面のみに設けられ、そしてクラック進行防止部材3が形成される。このクラック進行防止部材3の厚みは約3μm程度である。その後にレジスト層111をエッティング液で剥離し、その後クラック進行防止部材3と銅層111をエッティングする。クラック進行防止部材3の下部の銅層111を除く銅層111が消滅するまでエッティングされる。前記と同様に銅層111の厚みは約5000

0オングストロームと非常に薄いためにクラック進行防止部材3がエッティングされる前に銅層112のエッティングが終了する。

【0032】更に、図4(k)の工程は、感光性のエッティングレジスト材をクラック進行防止部材3を厚み約5μmに塗布して絶縁層611が形成される。そして加熱キュアする。

【0033】次に、図4(l)の工程は、絶縁層611の表面を研磨して、層間接続導体71と絶縁層611を同一面にされる。従ってクラック進行防止部材3の上面に厚み約5μmの絶縁層611が形成される。

【0034】更に、図4(m)の工程は、この絶縁層611の上にスパッタ製造方法で銅が蒸着される。従って銅層112が絶縁層611の上に形成される。この銅層112の厚みは約5000オングストロームで次工程のメッキ処理工程で電極端子として使用される。

【0035】次に、図4(n)の工程は、感光性のエッティングレジスト材が銅層112の上面に厚み約10μmに塗布される。このエッティングレジスト材は部品搭載用導電パッド5の形状に露光され、現像されて、そしてレジスト層15を形成される。従ってレジスト層15に形成された部品搭載用導電パッド5の形状は層間接続導体71の中心を芯にした円板状で直径d2が約700μmΦである。

【0036】そして、最終工程としての、図1は銅メッキ処理を施され、そして銅メッキは電極端子つまり銅層112の上面のみに部品搭載用導電パッド5が設けられる。その後レジスト層15はエッティング液で剥離される。次に部品搭載用導電パッド5と銅層112とをエッティングする。前記と同様に銅層112の厚みは約5000オングストロームと非常に薄いために部品搭載用導電パッド5がエッティングされる前に銅層112のエッティングが終了する。

【0037】このような製造方法を使用することで、多層プリント配線板の最外層として絶縁部材上に設けられた部品搭載用導電パッドの少なくとも外縁部に対応する前記絶縁部材中に、当該絶縁部材に生ずるクラックの進行を防止するクラック進行防止部材を埋設して成る多層プリント配線板をつくることができる。

【0038】結果として、多層プリント配線板の最外層として設けられた導電パッドとその下の絶縁部材との熱膨張率の差異により、当該導電パッドの外縁部に対応した絶縁部材に生じるクラックが内層回路パターンに達するのを防止できる。また、絶縁部材に生じたクラックを通してのマイグレーション現象を抑制して、プリント配線板の信頼度向上を図れる。

<第2の実施例>図5と図6の工程図は本発明の多層プリント配線板の第2の実施例を説明する工程図である。

【0039】第2の実施例は、第1の実施例の図4の(a)の工程から図4の(g)の工程と同じ処理を行う

ため説明を省略する。図4の(g)の工程以降に下記の処理を行う。

【0040】図5(o)の工程は、接続継手9上の層間接続導体71と、導体パターン41上面の絶縁層61の厚みとを約 $5\mu\text{m}$ に研磨されている。従って層間接続導体71と絶縁層61とは同一面にされている。

【0041】更に、図5(p)の工程は、銅層121が絶縁層61の上にスパッタ製造方法で形成されている。この銅層121の厚みは約 5000 angstrom である。この銅層121は次工程のメッキ工程でメッキ用電極端子として使用される。

【0042】次に、図5(q)の工程は、銅層121の上面に感光性のエッチングレジスト材が塗布されている。このエッチングレジスト材はクラック進行防止部材3と接続継手9の形状に露光され、次に現像されて、そしてレジスト層16が設けられる。その後、銅メッキ処理を施す。銅メッキは電極端子としての銅層121の上面のみに、クラック進行防止部材3と接続継手9とが厚み約 $5\mu\text{m}$ に設けられる。従ってレジスト層16に形成されたクラック進行防止部材3の形状は接続継手9の中心を芯にした中空円板状で、外径d3約 $720\mu\text{m}\Phi$ 、内径d1約 $680\mu\text{m}\Phi$ である。

【0043】更に、図5(r)の工程は、レジスト層16はエッチング液で剥離される。

【0044】次に、図5(s)の工程は、感光性のエッチングレジスト材がクラック進行防止部材3、接続継手9の上に塗布されている。このエッチングレジスト材は層間接続導体71の形状に露光され、次に現像される。従ってレジスト層16が設けられる。

【0045】更に、図6(t)の工程は、銅メッキ処理を施され、そして銅メッキは電極端子の銅層121の上面のみに設けられ、層間接続導体71が形成される。その後レジスト層17をエッチング液で剥離する。次にクラック進行防止部材3と銅層121をエッチングする。前記と同様に銅層121の厚みは約 5000 angstrom と非常に薄いためにクラック進行防止部材3がエッチングされる前に銅層111のエッチングが終了する。

【0046】更に、図6(u)の工程は、ポリイミド樹脂をスピンドルにてクラック進行防止部材3と層間接続導体71を厚み約 $10\mu\text{m}$ に塗布して絶縁層621を設ける。そして加熱キュアする。

【0047】次に、図6(v)の工程は、絶縁層621の表面を研磨して、層間接続導体71と絶縁層621を同一面にする。この時クラック進行防止部材3上の絶縁層621の厚みは約 $5\mu\text{m}$ である。

【0048】更に、図6(w)の工程は、この絶縁層621の上にスパッタ製造方法で銅が蒸着される。従って銅層122が形成される。上記記載と同じく次工程のメッキ処理工程で電極端子として使用される。

【0049】次に、図6(x)の工程は、銅層122の上面に感光性のエッチングレジスト材が塗布され、このエッチングレジスト材は部品搭載用導電パッド5の形状に露光され、現像され、そしてレジスト層18を設けられている。従ってレジスト層18に形成された部品搭載用導電パッド5の形状は層間接続導体71の中心を芯にした円板状で直径d2が約 $700\mu\text{m}\Phi$ である。

【0050】そして、最終工程として、図1は銅メッキ処理を施され、そして銅メッキは銅層122と接する溝内ののみに設けられ、部品搭載用導電パッド5が形成される。その後レジスト層18はエッチング液で剥離される。次に、部品搭載用導電パッド5と銅層122をエッチングする。部品搭載用導電パッド5の下部の銅層122を除く銅層122が消滅するまでエッチング処理される。

【0051】第1および2の実施例では2層構造プリント配線板で説明したが、これ以外の多層プリント配線板であっても同様の効果が得られる。またビルトアップ製造方法で説明したが、内層回路と絶縁部材を交互に複数積層する積層方法であってもかまわない。

【0052】

【発明の効果】以上説明したとおり本発明のような、多層プリント配線板の製造方法を採用することにより、多層プリント配線板の最外層として設けられた導電パッドとその下の絶縁部材との熱膨張率の差異により、当該導電パッドの外縁部に対応した絶縁部材に生じるクラックが内層回路パターンに達するのを防止できる。また、絶縁部材に生じたクラックを通してのマイグレーション現象を抑制して、プリント配線板の信頼度向上を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の多層プリント配線板の断面図、

【図2】 本発明の部品搭載用導電パッドとクラック進行防止部材との位置関係を説明する平面図、

【図3】 第1の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図、

【図4】 第1の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図、

【図5】 第2の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図、

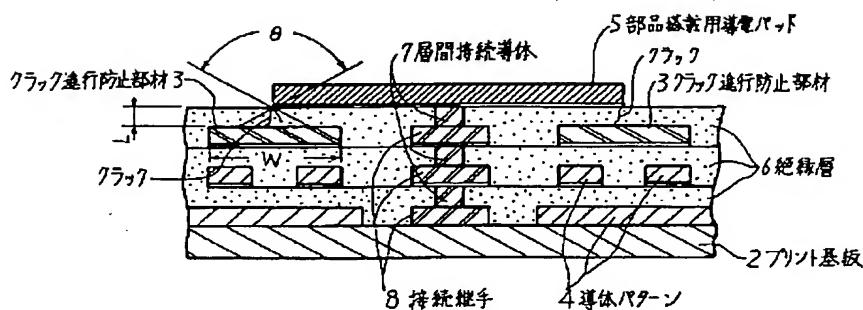
【図6】 第2の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図である。

【符号の説明】

- 1 多層プリント配線板
- 2 プリント基板
- 3 クラック進行防止部材
- 4 導体パターン
- 5 部品搭載用導電パッド
- 6 絶縁層
- 7 層間接続導体

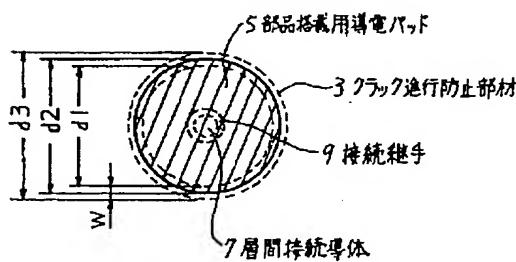
【図1】

本発明の多層プリント配線板の断面図



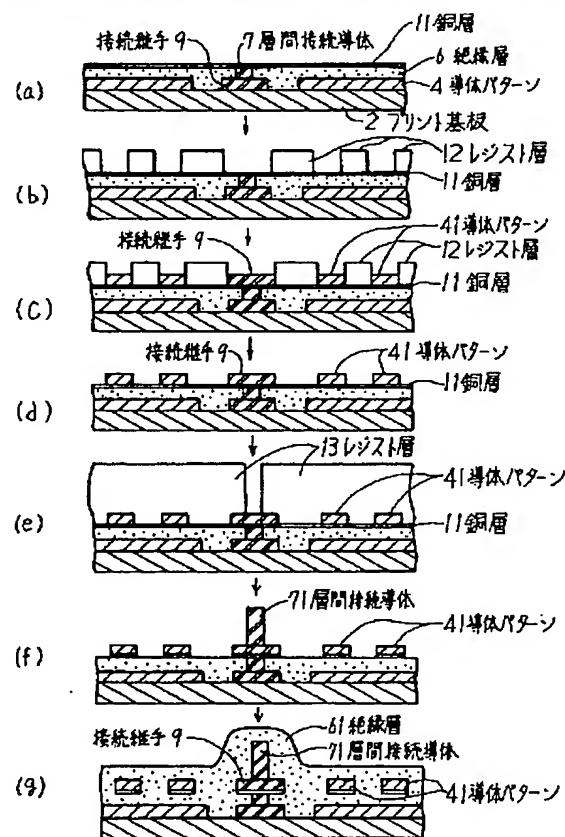
【図2】

本発明の部品搭載用導電パットとクラック進行防止部材との位置関係を説明する平面図



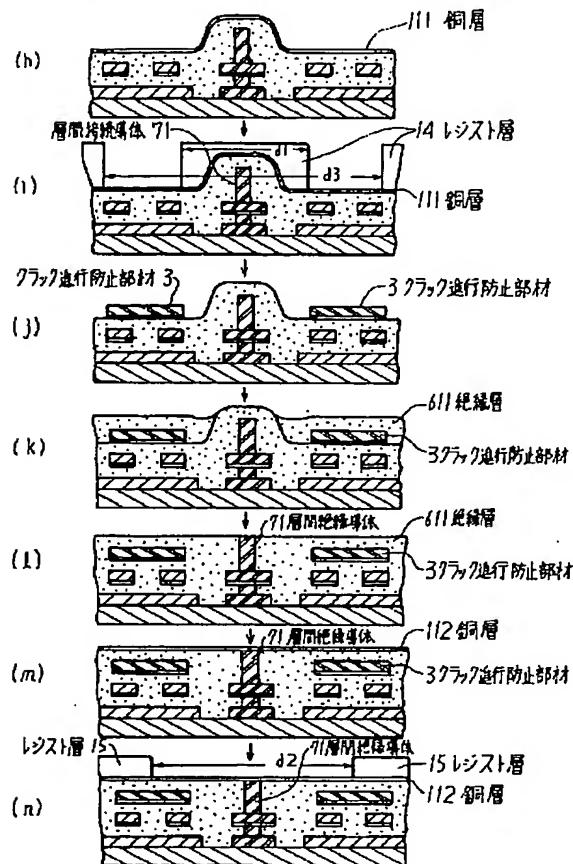
【図3】

第1の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図



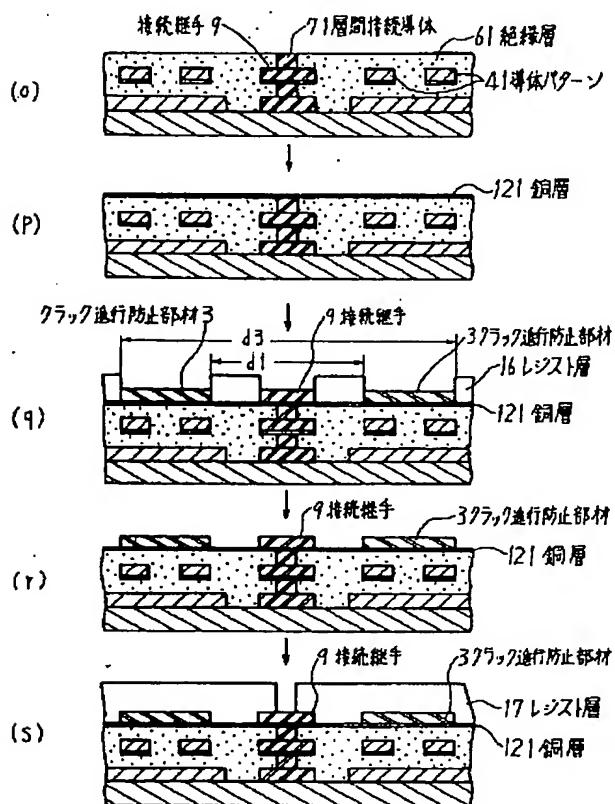
【図4】

第1の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図



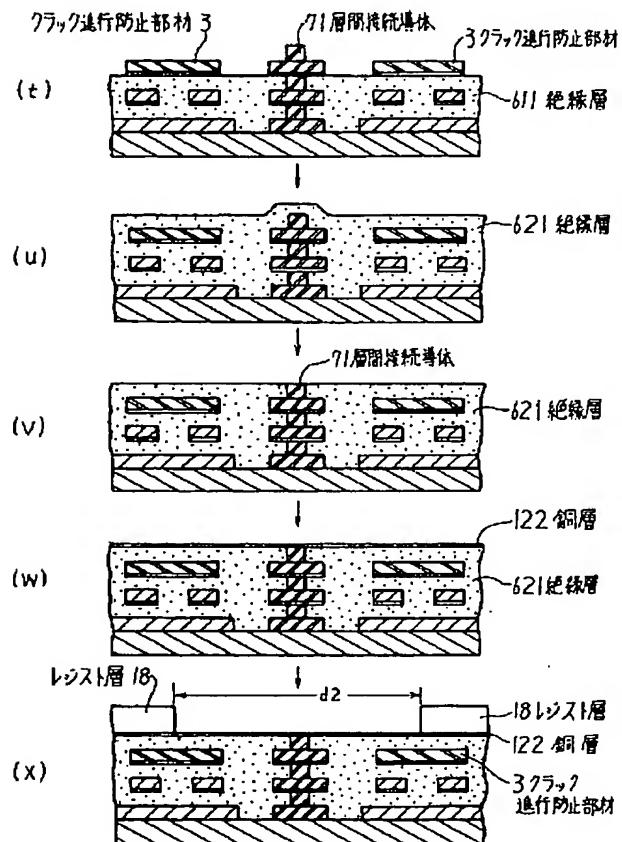
【図5】

第2の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図



【図6】

第2の実施例の多層プリント配線板の製造方法を説明する各工程図



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E338 AA03 AA16 BB72 CC01 CD02

CD33 EE11 EE28

5E346 AA05 AA11 AA12 AA15 BB01

BB11 BB16 DD03 DD22 DD33

DD47 EE33 EE39 FF04 GG17

GG23 HH08 HH11